МОДЕЛЬ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Попова Елена Владимировна

д.э.н., профессор, профессор кафедры
теории менеджмента и бизнес-технологий

Масленников Валерий Владимирович

д.э.н., профессор, профессор кафедры
теории менеджмента и бизнес-технологий

ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова

Аннотация: Цель: Цель данной работы заключается в разработке перспективной модели менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта и обосновании целесообразности ее практического применения через определение ожидаемых конкурентных преимуществ, приобретаемых в связи с реализацией данной модели, и потенциальных рисков.

Методология: В работе применяется метод регрессионного анализа. С помощью данного метода оценивается влияние человеческого и технологического фактора на эффективность и конкурентоспособность предпринимательства на базе показателей глобальной конкурентоспособности экономики, рассчитываемых в рамках Всемирного экономического форума. Исследование проводится по данным на конец 2019 г., выборка объектов для проведения исследования составляет 170 стран мира.

Результаты: Выявлено, что менеджмент промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта позволяет комплексно автоматизировать производственно-распределительные процессы. Быстрая обработка Больших данных искусственным интеллектом и принятие наиболее оптимальных решений позволяет максимизировать эффективность промышленного предприятия и предоставляет ему конкурентные преимущества – создание дополнительной ценности для потребителей при меньшей цене. Общий уровень риска менеджмента промышленного предприятия при его организации на базе искусственного интеллекта аналогичен современной управленческой практике на базе человеческого интеллекта. Переход рисков из человеческой в техническую форму упрощает риск-менеджмент, так как «человеческий фактор» практически не управляем, а технические риски поддаются управлению.

Рекомендации: В связи с созданием дополнительных конкурентных преимуществ при аналогичном (или даже сниженном) уровне риска разработанная перспективная модель менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта рекомендована к практическому применению современными промышленными предприятиями.

Ключевые слова: менеджмент промышленного предприятия, искусственный интеллект, конкурентные преимущества, потенциальные риски.

AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED INDUSTRIAL ENTERPRISE MANAGEMENT MODEL

Popova Elena Vladimirovna
Maslennikov Valery Vladimirovich

Abstract: The purpose of this work is to develop a promising model of management of an industrial enterprise based on artificial intelligence and to substantiate the feasibility of its practical application by determining the expected competitive advantages acquired in connection with the implementation of this model and potential risks.

Key words: industrial enterprise management, artificial intelligence, competitive advantages, potential risks.

Одной из актуальных тенденций, во многом определяющих специфику современного этапа развития мировой экономики, которая, как ожидается, еще более усилится в ближайшем будущем, является нео-индустриализация. Данная тенденция была запущена и развивается под влиянием двух факторов. Первый: фактор спроса. Обусловленная постиндустриальной направленностью экономик стран мира глобальная депрессия начала 21-го века привела к пересмотру роли и значения промышленного сектора в структуре мирового хозяйства. Так как во многих странах (к примеру, Китай, Россия) развитый промышленный сектор позволил смягчить проявление кризиса в экономике, за ним была закреплена роль антикризисного инструмента.

Второй: фактор предложения. Передовые достижения научно-технического прогресса привели к созданию прорывных цифровых технологий (к примеру, Интернета вещей, блокчейн-технологий, технологий обработки Больших данных), объединенных общим концептом «индустрия 4.0». Ключевым связующим элементом данных технологий, призванных

осуществлять менеджмент кибер-физических систем при их практическом внедрении, является искусственный интеллект. Технологии индустрии 4.0 позволяют удовлетворить растущие потребности современной экономики в развитии реального сектора и приводят к интенсификации роста его высокотехнологичного сегмента.

Под влиянием обозначенной тенденции промышленность становится приоритетной отраслью и направлением специализации национального хозяйства, а также вектором роста мировой экономики. В условиях нео-индустриализации современные социально-экономические системы переориентируются на содействие развитию промышленного предпринимательства: активно проводятся НИОКР, готовятся высококвалифицированные кадры и предоставляются государственные преференции. Однако, даже несмотря на благоприятные условия промышленное предпринимательство развивается в недостаточно высоком темпе для выполнения возложенных на него функций по ускорению темпа глобального экономического роста и обеспечению устойчивого развития мировой экономики.

В данном исследовании выдвигается гипотеза о том, что барьером на пути развития современного промышленного предпринимательства является несовершенство его менеджмента. Проблема заключается в том, что подверженность менеджмента промышленного предприятия сильному влиянию «человеческого фактора» снижает его эффективность и тормозит его развитие. Разрабатываемый в последние годы и ожидаемый к созданию в ближайшем будущем искусственный интеллект позволит решить эту проблему.

В то же время менеджмент промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта снизит его подверженность рискам влияния «человеческого фактора», но приведет к его подверженности технологическим рискам. Цель данной работы заключается в разработке перспективной модели менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта и обосновании целесообразности ее практического применения через определение ожидаемых конкурентных преимуществ, приобретаемых в связи с реализацией данной модели, и потенциальных рисков.

Проведенный обзор литературы по выбранной теме позволил выявить особенности нео-индустриализации (четвертой промышленной революции) по сравнению с традиционной индустриализацией (предыдущие три промышленные революции):

– постановка в качестве ключевой цели развития высокотехнологичных отраслей промышленности, то есть акцент не столько на рост масштаба производства, сколько на его инновационность;

– полная автоматизация бизнес-процессов в промышленности на базе формирования кибер-физических систем, в которых физические объекты и цифровые технические устройства интегрированы в общую систему под управлением искусственного интеллекта, обеспечивающая их автономность (не требующая участия человека).

Концептуальные и прикладные вопросы организации управления предпринимательством на базе искусственного интеллекта рассмотрены в публикациях Chang and Hsu (2018), Li and Wang (2017), Ye (2017).

Тем не менее, конкурентные преимущества и потенциальные риски, связанные с менеджментом промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта, являются малоизученными и требуют проведения дальнейших исследований. Для этого в своей работе мы применяем метод регрессионного анализа. С помощью данного метода мы оцениваем влияние человеческого (7th pillar: Labor market efficiency) и технологического (9th pillar: Technological readiness) фактора на эффективность и конкурентоспособность предпринимательства (11th pillar: Business sophistication) на базе показателей глобальной конкурентоспособности экономики, рассчитываемых в рамках Всемирного экономического форума.

Исследование проводится по данным на конец 2019 г. (и, следовательно, на начало 2020 г.), выборка объектов для проведения исследования составляет 170 стран мира. В табл. 1 нами приведены исходные статистические данные по странам, в которых наблюдалась наибольшая доля промышленности в структуре ВВП по итогам 2019 г.

Таблица 1

Показатель (y) и факторы (x₁, x₂) конкурентоспособности предпринимательства в странах мира с наибольшей долей промышленности в структуре экономики в 2019 г.

Страна	Дол промышленности в структуре ВВП, %	11th pillar: Business sophistication	7th pillar: Labor market efficiency	9th pillar: Technological readiness
		y	x ₁	x ₂
Saudi Arabia	45,00	4,5	4,1	4,9
United Arab Emirates	43,60	5,3	5,2	5,8

China	40,46	4,5	4,5	4,2
Indonesia	39,37	4,6	3,9	3,9
Korea, Rep.	35,90	4,9	4,2	5,6
Czech Republic	33,46	4,6	4,5	5,5
Mongolia	32,96	3,3	4,2	4,2
Kazakhstan	32,00	3,6	4,6	4,6
Russian Federation	30,00	4,0	4,3	4,5
India	26,16	4,5	4,1	3,1

Источник: составлено авторами на основе материалов World Bank (2019), World Economic Forum (2019).

Полученные нами результаты по итогам проведения регрессионного анализа зависимости показателя конкурентоспособности предпринимательства (y) от человеческого (x_1) и технологического (x_2) факторов в мировой экономике в 2019 г. приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа зависимости показателя конкурентоспособности предпринимательства (y) от человеческого (x_1) и технологического (x_2) факторов в мировой экономике в 2019 г.

Регрессионная статистика						
Множественный R	0,9352					
R-квадрат	0,8941					
Нормированный R-квадрат	-0,0422					
Стандартная ошибка	0,6064					
Наблюдения	170					
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	2	0,6016	0,3008	0,8179	0,0480	
Остаток	7	2,5744	0,3678			
Итого	9	3,1760				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	2,6152	2,4451	1,0696	0,3203	-3,1665	8,3969
x1	-0,1121	0,6810	0,1646	0,0087	-1,4983	1,7224
x2	0,2756	0,2954	0,9331	0,0382	-0,4228	0,9740

Источник: рассчитано авторами.

Данные из таблицы 2 позволяют составить модель множественной линейной регрессии: $y = 2,6152 - 0,1121 \cdot x_1 + 0,2756 \cdot x_2$. Согласно полученной модели, эффективность и конкурентоспособность предпринимательства снижается на 0,1121 баллов при росте влияния человеческого фактора (рынок труда) на 1 балл, а также повышается на 0,2756 баллов при росте влияния технологического фактора (внедрение передовых технологий) на 1 балл.

Статистическую значимость (на уровне значимости $\alpha=0,05$) полученной регрессионной модели подтверждает значение значимости F (0,0480, не превышает 0,05), Множественный R (0,9352, корреляция показателей 93,52%) и р-значения для x_1 (0,0087 не превышает 0,05) и x_2 (0,0382 не превышает 0,05). Следовательно, автоматизация менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта позволит значительно повысить его эффективность и конкурентоспособность, так как ослабит отрицательное влияние на него человеческого фактора и усилит положительное влияние на него технологического фактора.

Нами разработана перспективная модель менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта, наиболее полно отражающая его возможности (рис. 1). При этом необходимо принимать во внимание, что на практике на промышленном предприятии могут одновременно реализовываться не все, а только некоторые возможности искусственного интеллекта в области менеджмента.

Рис. 1. Перспективная модель менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта

Источник: составлено авторами

Как видно из рисунка 1, искусственный интеллект может принимать заказы не только от людей, но и от машин (предварительно получивших команды и инструкции от людей). Благодаря этому доступен автоматизированный маркетинг и сбор (включая обсуждение) предварительных индивидуальных (а не массовых, как в настоящее время) заказов. После этого искусственный интеллект проектирует производственный процесс – выбирает существующую или разрабатывает новую технологию производства и распределяет функции между производственными объектами (оборудование).

Затем искусственный интеллект получает информацию о состоянии физических объектов – исправность, необходимость в техническом обслуживании – и при необходимости корректирует проект производства. Далее искусственный интеллект управляет производством, отдавая команды производственным объектам. В итоге потребителям сообщается о готовности продукции и осуществляется ее доставка, которая также может быть спланирована и управляться искусственным интеллектom.

На основании представленной модели нами выявлены конкурентные преимущества, которые приобретает промышленное предприятие при организации его менеджмента на базе искусственного интеллекта:

- рост производительности труда: благодаря высокоточным управленческим командам искусственного интеллекта производственный процесс происходит быстрее, случаи брака практически исключены (посредством подконтрольности) и функции производственных объектов распределены наиболее оптимальным образом;

- увеличение гибкости производства: высокая производительность самого искусственного интеллекта позволяет ему быстро и точно обрабатывать множество заказов (с помощью технологий обработки Больших данных), благодаря чему возможно выполнение индивидуальных заказов, наиболее эффективно удовлетворяющих потребности каждого потребителя;

- оптимизация производственных запасов: сбор предварительных заказов и их высокоточная обработка позволяет промышленным предприятиям управлять запасами в соответствии с принципом “just-in-time” (точно-в-срок), то есть совершать закупки и хранить готовую продукцию в минимальном объеме, снижая издержки складирования;

- повышение эффективности использования производственных объектов: благодаря постоянной связи с искусственным интеллектом каждый производственный объект получает необходимое ему и своевременное

техническое обслуживание ремонт (которые также могут быть автоматизированы, к примеру, на базе робототехники), что увеличивает продолжительность его службы.

Нами также выявлены потенциальные риски, связанные с менеджментом промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта:

- риск дезинтеграции кибер-физической системы из-за внутренних системных сбоев: к примеру, одновременная поломка множества цифровых датчиков, принимающих сигналы от искусственного интеллекта) или перебои в системе передачи данных (к примеру, Интернет) могут парализовать работу промышленного предприятия, управляемого искусственным интеллектом и вызвать его кризис;

- риск нарушения работы кибер-физической системы из-за внешнего вмешательства: к примеру, атаки кибер-преступников могут привести к нарушению коммерческой тайны в случае хищения внутренней информации, а также вызвать запрограммированные ошибки в работе искусственного интеллекта, снизив эффективность промышленного предприятия и его конкурентоспособность;

- риск ограниченности возможностей искусственного интеллекта: к примеру, сбор искусственным интеллектом заказов от потребителей-людей может быть затруднен из-за сложности восприятия и обработки нецифровой информации, в связи с чем заказы могут быть неправильно поняты и неверно исполнены;

- риск ошибок в работе искусственного интеллекта: к примеру, случайные системные сбои или ошибки в человеческом программировании искусственного интеллекта могут исказить его работу и привести к принятию им неоптимальных решений.

При этом важно заметить, что в настоящее время при человеческом управлении промышленным предприятием данный процесс подвержен аналогичным рискам:

- высокая степень цифровизации промышленного предпринимательства, обуславливает его зависимость от информационно-коммуникационных технологий (в том числе, Интернет, телефон), перебои в работе которых также вероятны и сопряжены с такими же негативными последствиями, как и при управлении предприятием искусственным интеллектом;

- данные, представляющие коммерческую тайну, могут быть похищены даже в случае их хранения на бумажных носителях, а эффективность поведения

менеджмента или работников может быть снижена из-за действий конкурентов (к примеру, хедхантинг – переманивание на другую работу);

- заказы потребителей могут быть непонятны не только искусственному интеллекту, но и принимающим их людям;

- человеческий интеллект также подвержен ошибкам из-за влияния «человеческого фактора» (к примеру, усталость, высокая загруженность, эмоциональная напряженность в трудовом коллективе).

Хотя риски менеджмента промышленного предприятия принимают новую – техническую – форму при управлении им искусственным интеллектом, рисковая составляющая (вероятность наступления рискованных событий и ущерб предприятия от них) аналогична человеческому управлению.

Таким образом, менеджмент промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта позволяет комплексно автоматизировать производственно-распределительные процессы. Быстрая обработка Больших данных (больших массивов информации) искусственным интеллектом и принятие наиболее оптимальных (благодаря устранению «человеческого фактора») решений позволяет максимизировать эффективность промышленного предприятия и предоставляет ему конкурентные преимущества – создание дополнительной (благодаря выполнению индивидуальных заказов) ценности для потребителей при меньшей цене (благодаря сниженной себестоимости).

Общий уровень риска менеджмента промышленного предприятия при его организации на базе искусственного интеллекта аналогичен современной управленческой практике на базе человеческого интеллекта. Переход рисков из человеческой в техническую форму упрощает риск-менеджмент, так как «человеческий фактор» (чувства, эмоции, усталость) практически не управляем, а технические риски поддаются управлению с помощью регулярного технического обслуживания, соблюдения условий эксплуатации технических устройств (включая искусственный интеллект), сотрудничества с надежными Интернет-провайдерами и систем обеспечения кибер-безопасности.

Следовательно, дополнительные конкурентные преимущества при аналогичном (или даже сниженном) уровне риска являются основанием для практического применения разработанной перспективной модели менеджмента промышленного предприятия на базе искусственного интеллекта.

References

1. Balabanova, A., Balabanov, V., Dotsenko, E., Ezdina, N. (2017). Neo-industrialization of Kuzbass economy in innovative development of coal industry and machinery. E3S Web of Conferences, 15,04013.
2. Biryukov, V.V., Romanenko, E.V. (2017). Economic behavior of business entities, culture and institutions: Specifics of their interrelations in conditions of neo-industrialization. European Research Studies Journal, 20(4), c. 370-385.
3. Bogomolova, E.V., Selezneva, L.Y., Izmalkova, I.V., Popova, E.V., Troyanskaya, M.A. (2017). Development of modern entrepreneurship: Competition and cooperation. European Research Studies Journal, 20(3), c. 539-547.
4. Bogoviz, A.V. (2019). Industry 4.0 as a new vector of growth and development of knowledge economy. Studies in Systems, Decision and Control, 169, c. 85-91.
5. Chang, T.-M., Hsu, M.-F. (2018). Integration of incremental filter-wrapper selection strategy with artificial intelligence for enterprise risk management. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 9(3), c. 477-489.
6. Li, Z., Wang, J. (2017). An optimization application of artificial intelligence technology in enterprise financial management. Boletin Tecnico/Technical Bulletin, 55(11), c. 83-89.
7. Moroz, V., Shepetko, R. (2015). The institutional framework of Ukrainian economy neo-industrialization in the light of global integrated indices. Economic Annals-XXI, 7-8(2), c. 12-14.
8. Popkova, E.G. (2019). Preconditions of formation and development of industry 4.0 in the conditions of knowledge economy. Studies in Systems, Decision and Control, 169, c. 65-72.
9. Popkova, E.G. and Sergi, B.S. (2019). Will Industry 4.0 and Other Innovations Impact Russia's Development? Exploring the Future of Russia's Economy and Markets 34-42, Emerald Publishing.
10. Popkova, E.G., Ragulina, Y.V., Bogoviz, A.V. (2019). Fundamental differences of transition to industry 4.0 from previous industrial revolutions. Studies in Systems, Decision and Control, 169, c. 21-29.
11. Popkova, E.G., Popova, E.V., Sergi, B.S. (2018). Clusters and Innovational Networks Toward Sustainable Growth. In Bruno S. Sergi (Ed.). Exploring the Future of Russia's Economy and Markets: Towards Sustainable Economic Development, Bingley, UK: Emerald Publishing, pp. 107-124.

12. Romanova, O.A. (2012). Neoindustrialization as a factor in improving economic security of old-industrial regions. *Economy of Region*, (2), с. 70-80.
13. World Bank (2019). Industry (including construction), value added (% of GDP). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS> (data accessed: 24.01.2019).
14. World Economic Forum (2019). The Global Competitiveness Report 2017–2018. URL: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017–2018.pdf> (data accessed: 24.01.2019).
15. Ye, S. (2017). Research on the enterprise accounting statement evaluation and financial management optimization based on computer artificial intelligence method. *Boletin Tecnico/Technical Bulletin*, 55(20), с. 208-215.